

## Dinamika Pertunasan, Layu Pentil, dan Ketepatan Taksasi Produksi Beberapa Klon Kakao

### *Pattern of Flushing, Cherelle Wilt, and Accuracy of Yield Forecasting of Some Cocoa Clones*

A. Adi Prawoto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia

<sup>\*)</sup>Corresponding author: adi.prawoto@yahoo.com

#### Abstrak

Pengamatan bulanan terhadap intensitas bertunas, jumlah pentil layu, jumlah buah berukuran kecil (panjang 1–10 cm), sedang (11–15 cm) dan besar (panjang > 15 cm) bertujuan untuk mengetahui pola dan dinamikanya selama satu tahun. Penelitian dilakukan di KP. Kaliwining, menggunakan klon ICS 13, ICS 60, TSH 858, Sulawesi 1, Sulawesi 2, dan KW 165 umur 8 tahun. Data yang diperoleh dianalisis korelasi dan regresi antarvariabel juga dengan curah hujan pada bulan yang bersangkutan. Penelitian di lokasi yang sama menguji ketepatan metode taksasi produksi. Penelitian selama satu tahun dilakukan pada klon Sulawesi 1, Sulawesi 2, KW 165, KKM 22, ICS 13, dan DR 2 umur 15 tahun. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pertunasan yang intensif terjadi pada bulan Januari, Maret, September dan November sementara tidak terjadi pertunasan selama bulan Desember dan Februari. Korelasi antara curah hujan dengan pertunasan adalah positif ( $r=0,27$ ). Pengaruh klon terhadap frekuensi bertunas tidak nyata tetapi terhadap intensitasnya jelas. Intensitas bertunas KW 165 paling rendah sebaliknya TSH 858 paling tinggi. Layu pentil kakao berlangsung sepanjang tahun tetapi jumlah yang banyak terjadi pada bulan Mei dan Juni. Pengaruh klon jelas, KW 165 paling banyak disusul Sulawesi 2. Layu pentil berkorelasi positif dengan jumlah buah berukuran sedang ( $r=0,71$ ) dan besar ( $r=0,55$ ), serta dengan intensitas bertunas ( $r=0,37$ ) dan ber-korelasi negatif dengan curah hujan ( $r=-0,51$ ). Tingkat layu pentil semester I lebih rendah daripada semester II dan pengaruh klon jelas. Pembuahan yang banyak berlangsung bulan Mei sampai November, sebaliknya selama Desember sampai Maret pembuahan sedikit. Sulawesi 1, Sulawesi 2, dan KW 165 cenderung produktif sebaliknya ICS 60 kurang produktif. Peluang buah berukuran kecil, sedang dan besar untuk dapat berkembang sampai masak dan dipanen berturut-turut berkisar pada 8–56%; 57–83% dan 77–96% tergantung pada klon. Rerata peluang tersebut adalah 27% untuk buah kecil, 72% buah sedang dan 87% buah besar.

**Kata kunci:** pertunasan, layu pentil, pembuahan, klon, taksasi produksi

#### Abstract

*Monthly observation of cocoa flushing, number of cherelle wilt (CW), number of small, medium and large pods of 6 clones was conducted for two years to study its dynamics for one year. A study was conducted in Kaliwining Experimental Station, 45 m asl. and D rainfall type (according to Schmidt & Ferguson), using*

*ICS 13, ICS 60, TSH 858, Sulawesi 1, Sulawesi 2 and KW 165 clones of 8 years old. Each clone was planted intermittently in separate rows, replicated 6 rows. Correlation and regression analysis were done between variables and with rainfall data. The parallel research was conducted in the similar station to assess the accuracy of production estimation method by identify percentage of small pods (length 1–10 cm), medium (11–15 cm) and large pods (> 15 cm) to grow until harvested. The study used 15<sup>th</sup> years old trees of Sulawesi 1, Sulawesi 2, KW 165, KKM 22, ICS 13 and DR 2 clones. Each clones was replicated 5 times. The result showed that intensive flushing (> 50%) occurred during January, March, September and November meanwhile no flushing during December and February. Correlation between rainfall and flushing was positive ( $r=0.27$ ). Effect of clones on flushing frequency was similar but for flushing intensity was significant. KW 165 tended to be the lowest but TSH 858 tend to be the highest. CW occurred for a year-round but the height level during May and June. Effect of clones was significant, KW 165 showed highest followed by Sulawesi 2. CW level showed positive correlation with number of medium ( $r=0.71$ ) and big pods ( $r=0.55$ ), except showed negative correlation with flushing intensity ( $r=-0.37$ ) and rainfall ( $r=-0.51$ ). High pod setting happened during May to November and low pod setting during December to March. In this aspect effect of clones were significant, the productive clones were Sulawesi 1, Sulawesi 2 and KW 165, but ICS 60 was the less. CW level during 1<sup>st</sup> semester was lower than at 2<sup>nd</sup> semester and clone effect was significant. The opportunity of small, medium and big pods to be harvested was similar among both semester. The opportunity of small, medium and big pods to be harvested were 8–56%; 57–83% and 77–96% respectively depend on the clones. In average, those opportunities were 27%, 72%, and 87% for small, medium and big pods respectively.*

**Key words:** flushing, cherrille wilt, pod setting, clones, yield prediction

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman menunjukkan irama yang teratur, dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat tumbuh. Demikian pula dengan tanaman kakao, periode bertunas, berbunga, berbuah, dan fase puncak panen berlangsung pada musim atau bulan-bulan tertentu. Pengetahuan tahap-tahap pertumbuhan tersebut penting bagi manajemen untuk menetapkan langkah-langkah perlindungan tanaman, jadwal pemupukan, persiapan panen, dll. Di negara beriklim sub tropis misalnya India bagian utara, pertunasan tanaman buah berlangsung pada musim semi, sementara pembungaan berlangsung pada musim panas (Dalal *et al.*, 2013).

Pertunasan tanaman kakao berlangsung secara periodik, dalam kondisi lingkungan dan pemeliharaan yang normal, frekuensinya 6–7 minggu (Alvim, 1977). Di samping dipengaruhi oleh faktor lingkungan khususnya tersedianya lengas dan amplitudo suhu, pertunasan kakao juga ditentukan oleh perlakuan pangkasan tanaman. Pertunasan kakao secara fisiologis penting untuk mengganti daun baru yang rontok dan tua serta sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis yang maksimum. Efisiensi fotosintesis kakao maksimum terjadi pada daun hasil pertunasan terakhir yang telah mencapai ukuran maksimum dan dewasa, dan dapat bertahan selama 2–3 bulan. Menurunnya laju fotosintesis terkait umur daun paralel dengan meningkatnya ketahanan

stomata (*stomatal resistance*). Daun yang menua dan mengarah ke *senescence* menunjukkan degradasi klorofil dan peningkatan harkat ketahanan stomata (Hutcheon, 1977). Pemahaman mengenai pertunasan kakao ini penting karena pertunasan yang intensif dapat memicu layu pentil kakao apabila munculnya tunas intensif bersamaan dengan fase pembuahan karena efek dari persaingan nutrisi. Sementara itu bertunasnya kakao juga dipengaruhi oleh perlakuan pemangkasan selain oleh faktor lingkungan. Demikian halnya yang terjadi pada tanaman leci (*Litchi chinensis* Sonn.) untuk kawasan Australia timur, waktu optimum untuk pemangkasan tanaman adalah awal Januari atau Maret, yang akan diikuti oleh dua atau satu pertunasan sebelum musim dingin (Olesen *et al.*, 2013). Siklus pertumbuhan tunas tanaman leci menentukan tingkat hasil buah (Olesen *et al.*, 2002). Pada sejumlah spesies keberhasilan berbunga pada tahun tertentu berkaitan dengan waktu perkembangan tunas sebelum periode inisiasi bunga. Pada tanaman kakao, penelitian pengaruh musim terhadap pola pembungaan kakao yang dilakukan di sejumlah negara produsen menunjukkan bahwa pertumbuhan bunga dan buah dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim (Alvim, 1984; Mohr & Schopfer, 1994). Kondisi kering berkepanjangan atau cuaca dingin, menghambat pertumbuhan bunga, sebaliknya curah hujan dan suhu yang hangat memacu pembungaan dan pembuahan kakao (Alvim 1966; Asomaning *et al.*, 1971).

Terkait dengan pertumbuhan generatif, pada hampir semua tanaman buah menunjukkan tidak semua pentil (buah muda) dapat tumbuh hingga dapat dipanen, sebagian pentil akan layu dan mati dalam kurun waktu 1–2 bulan setelah pertumbuhannya. Pada kakao, pentil yang layu

dan mati tetap menempel pada batang atau cabang dan disebut layu pentil (CW, *Cherelle wilt*). Secara fisiologis, CW kakao disebabkan oleh persaingan nutrisi antara pentil dengan organ vegetatif dan reproduktif lainnya yang sedang tumbuh aktif. Tingkat CW dapat mencapai 7–81% tergantung pada klon (Prawoto, 2000), atau rerata hanya sekitar 32,9% pentil kakao yang mampu tumbuh menjadi dewasa dan sisanya mengalami kelayuan (Efron *et al.*, 2003). Pentil kakao yang layu akan mengering dan tetap menempel pada cabang atau batang. Sejumlah klon kakao menunjukkan tingkat CW yang tinggi seperti KW 165, ICS 60, dan Sca 89 sementara sejumlah klon menunjukkan tingkat CW yang rendah seperti TSH 858, Sulawesi 1, dan ICS 13 (Prawoto, 2005). Sebaran CW selama satu tahun, pengaruh klon dan korelasi tingkat CW dengan variabel curah hujan, pertunasan dan beban buah kakao, akan dibahas dalam tulisan ini.

Perkiraan produksi penting dalam merekam data hasil panen dari petak-petak percobaan yang tidak dapat dikontrol sepenuhnya. Prediksi banyaknya hasil panen kakao yang akan diperoleh lazimnya dikenal dengan istilah taksasi produksi. Taksasi produksi dilakukan beberapa bulan sebelum puncak panen dan pada kakao lazimnya dilakukan pada bulan Maret untuk memprediksi panen semester I dan September untuk memprediksi panen semester II.

Selain berguna untuk memperkirakan hasil panen, hasil taksasi dapat digunakan untuk memprediksi sebaran produksi karena ukuran buah berkaitan dengan umur buah. Makin besar ukuran buah maka peluang untuk dapat masak dan dipanen semakin besar. Sampai saat ini besaran konstanta setiap ukuran buah untuk dapat berkembang sampai masak masih menjadi bahan

perdebatan dan besaran konstanta ini sangat menentukan ketepatan hasil taksasi. Besaran yang banyak dipakai pekebun selama ini bahwa peluang buah kecil untuk dapat dipanen sebanyak 10%, buah sedang 60% dan buah besar 90% (PTPN XII, 2012). Namun di dalam praktek, hasil taksasi selalu jauh menyimpang dari produksi riil, lazimnya lebih rendah. Salah satu penyebab, di antaranya adalah karena terjadi penyimpangan cuaca lebih basah sehingga terjadi ledakan serangan penyakit busuk buah. Tulisan ini menyajikan hasil penelitian besaran konstanta pada beberapa klon kakao dan dari kebun dengan kondisi agroekologis dan level manajemen yang cukup standar baik.

## BAHAN DAN METODE

### 1. Dinamika Pertunasan, Pembuahan, dan CW

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP) Kaliwining, Jember, garis lintang 08°, 15.676'; garis bujur 113°, 36.246'; elevasi 45 m dpl. Tipe curah hujan D (menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson), rerata curah hujan 2.130 mm per tahun, musim kemarau berlangsung bulan Juni–September. Suhu udara maksimum 32,5°C dan suhu minimum 19,6°C. Jenis tanah *low humic gley* Kelas IV. Kadar bahan organik (C) 2,67%; N 0,20%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 222 mg/100 g; K<sub>2</sub>O 252 mg/100 g; CaO 733 mg/100 g; MgO 620 mg/100 g; KTK 27,84 me/100 g.

Penelitian menggunakan klon/aksesi ICS 13, ICS 60, TSH 858, Sulawesi 1, Sulawesi 2, dan KW 165. Tanaman umur 8 tahun, dipelihara menurut standar kultur teknis baku, jarak tanam 3 m x 3 m. Sebagai tanaman penayang digunakan lamtoro L2 jarak tanam 6 m x 6 m. Pengendalian hama

dan penyakit dilakukan intensif sesuai SOP (*standard operational procedure*). Setiap klon ditanam dalam barisan terpisah secara berurutan dan setiap klon diulang lima baris. Selama penelitian praktek budidaya dilakukan menurut baku teknis.

Variabel yang diamati sebulan sekali meliputi intensitas bertunas, jumlah buah berukuran kecil, sedang dan besar serta jumlah pentil yang layu (CW). Pengamatan dilakukan sebulan sekali selama dua tahun. Intensitas bertunas diamati secara kuantitatif yakni persentase ranting yang sedang bertunas dalam kisaran 0–100%. Intensitas bertunas dinyatakan 100% jika semua ranting tanaman bertunas, sebaliknya intensitas 0% jika semua ranting dorman tidak bertunas. Pertunasan dinyatakan intensif jika besarnya > 50%. Kadar klorofil dan karotenoid daun muda kemerahan (*flush*) dan daun dewasa kehijauan setelah flush menua diamati dengan alat Chlorofil meter YLS-A. Setiap klon diamati dari lima tanaman yang digunakan sebagai ulangan.

Buah berkategori kecil jika panjangnya 1–10 cm, sedang jika panjang 11–15 cm dan besar jika panjang > 15 cm. Besaran ini dalam prakteknya disesuaikan dengan klon. Pentil dinyatakan CW jika buah kriteria kecil, layu dan kering. Setiap kali pengamatan, semua pentil layu diambil dan dihitung jumlahnya.

Selain data tanaman, juga dikumpulkan data sekunder berupa curah hujan bulanan pada tahun yang bersangkutan.

Dalam setiap ulangan dipilih satu tanaman sebagai obyek pengamatan, dipilih yang dari aspek pertumbuhan dan produksi mewakili klon yang diamati. Data dari dua tahun pengamatan dirata-rata kemudian dilakukan analisis korelasi antarvariabel yang diamati dan dengan data curah hujan pada

bulan yang bersangkutan. Data disajikan sebagai rerata dengan deviasi standar, dan sebagian variabel dianalisis menurut rancangan acak kelompok ulangan lima kali, uji lanjut menurut Duncan 5%.

## 2. Taksasi Produksi

Penelitian dilaksanakan di lokasi yang sama dengan penelitian 1, menggunakan pertanaman umur 15 tahun hasil sambung samping kecuali DR 2 hasil okulasi di lapangan. Klon/aksesi yang diamati adalah ICS 13, Sulawesi 1, Sulawesi 2, KW 165, KKM 22, dan DR 2. Jarak tanam 3 m x 3 m, dipelihara sesuai SOP. Setiap klon ditanam dalam barisan terpisah, jumlah 15 tanaman per klon. Setiap klon dipilih lima tanaman digunakan sebagai ulangan. Tanaman penangun lamtoro L2 jarak tanam 6 m x 6 m digunakan sebagai penangun.

Pada bulan Maret dan September, dari setiap tanaman sampel dilakukan penandaan semua buah berukuran kecil (panjang < 10 cm), sedang (panjang 11–15 cm) dan besar (panjang > 15 cm) menggunakan cat yang berbeda-beda warnanya. Buah-buah tersebut dilindungi dari serangan hama dan penyakit sesuai standar baku dan dihitung jumlahnya ketika sudah masak dan dipanen. Penandaan buah dilakukan pada bulan Maret dan September karena pada kedua bulan tersebut sebagian besar buah belum dipanen. Puncak panen berlangsung pada bulan Mei/Juni dan Oktober/November.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap *single tree plot* lima tanaman per klon sebagai obyek. Pemeliharaan tanaman khususnya pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai standar teknis. Dalam setiap klon dipilih lima tanaman sebagai obyek pengamatan, dipilih yang mewakili setiap klon dari aspek pertumbuhan dan produksi.

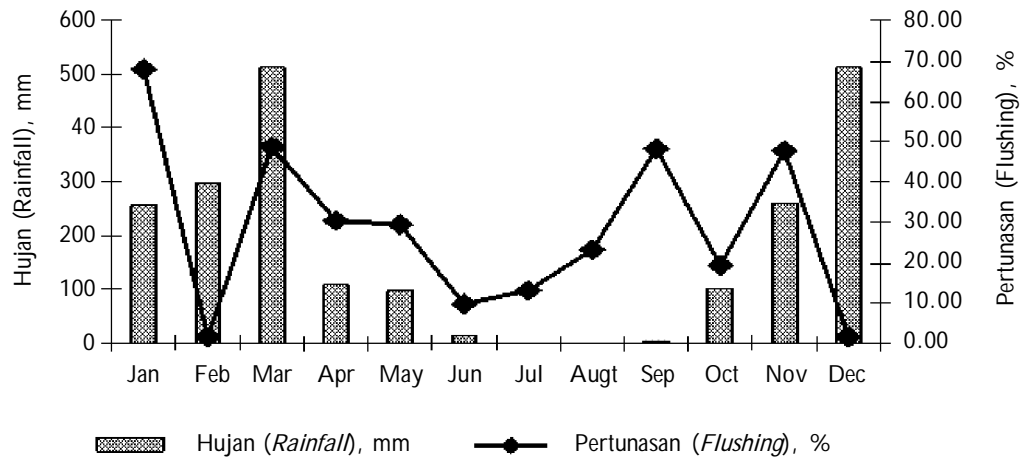
Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menurut rancangan acak kelompok ulangan lima kali. Uji lanjut menurut Duncan 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Dinamika Pertunasan

Sebaran curah hujan tahunan di lokasi penelitian menunjukkan musim hujan (curah hujan > 100 mm per bulan) berlangsung pada bulan Oktober sampai Mei dan musim kemarau (curah hujan < 50 mm per bulan) berlangsung pada bulan Juni–September. Sementara itu pertunasan yang intensif terjadi pada bulan Januari, Maret, September dan November sebaliknya tidak terjadi pertunasan selama bulan Desember dan Februari (Gambar 1). Korelasi antara curah hujan dengan bertunasnya tanaman kakao adalah positif tetapi lemah ( $r=0,27$ ).

Pertunasan tanaman kakao merupakan upaya tanaman menambah jumlah daun guna membuat keseimbangan antara hormon pemicu pertunasan (sitokinin, auksin, giberelin) dengan hormon pemicu dorman dan penuaan serta gugur daun (ABA=asam absisat). Umumnya tanaman kakao bertunas periodik, dengan interval 6–7 minggu, namun beberapa faktor mempengaruhi frekuensi dan intensitasnya. Makin sedikit daun, sebagai akibat rontok selama kemarau atau pemangkasan, makin intensif pertunasan. Tindakan kultur teknis tanaman berupa pemangkasan kakao menyebabkan perubahan keseimbangan hormon pemicu pertunasan dengan ABA, makin berat pemangkasan dilakukan maka peluang bertunas intensif makin besar. Kandungan ABA bebas dan ABA terikat (*bounded*) di dalam tunas yang sedang tumbuh, rendah. Kandungannya di dalam daun muda yang sudah berkembang penuh meningkat kemudian turun lagi selama periode dorman



Gambar 1. Dinamika pertunasan kakao dan kaitannya dengan sebaran hujan selama setahun  
 Figure 1. Relationship between flushing intensity with rainfall during a year

dan mencapai kandungan paling rendah pada saat awal bertunas kembali. Daun-daun dewasa hasil pertunasan tahap pertama dan kedua menjadi sumber ABA yang berperan mempertahankan tunas dalam kondisi dorman (Orchard *et al.*, 1980).

Pertunasan kakao juga dipicu oleh pertumbuhan akar yang aktif. Hujan yang turun sesudah musim kemarau yang tegas akan memicu pertumbuhan akar yang intensif, selanjutnya disusul oleh pertunasan yang intensif pula. Hal tersebut tampak pada pertunasan pada bulan November (Gambar 2). Di dalam praktek budidaya kakao, pengolahan tanah ringan (*kesrik pendem*) yang sedikit banyak juga dapat memutus sebagian akar lateral dan memicu pertumbuhan akar baru, juga dapat memicu bertunasnya kakao.

Pertunasan kakao juga dipicu oleh amplitudo suhu maksimum-minimum yang lebar, amplitudo lebih dari 9°C dilaporkan memicu pertunasan (Alvim *et al.*, 1977). Bertunasnya kakao pada bulan-bulan kering (Juli, Agustus, dan September; Gambar 1), menjadi bukti dari pernyataan tersebut.

Penyebab yang lebih mendasar diduga juga melibatkan dinamika hormonal. Di kawasan beriklim subtropis, dilaporkan bahwa intensitas bertunasnya tanaman *Citrus reticulata* var. Kinnow (hibrida Mandarin) dipengaruhi oleh musim atau suhu udara. Intensitas bertunas maksimum (47,08%) terjadi pada musim semi, diikuti pertunasan di musim hujan (42,08%), sedangkan *winter fall flush* paling kecil (10,85%) (Dalal *et al.*, 2013).

Tingkat penanaman juga mempengaruhi frekuensi dan intensitas pertunasan. Kakao tanpa naungan akan bertunas lebih sering dan lebih intensif tetapi ukuran daunnya lebih kecil dibandingkan yang ditanam dengan tanaman penanam. Sebagai pemicunya diduga karena pengaruh dari amplitudo suhu yang lebar jika kakao diusahakan tanpa naungan. Tunas yang tumbuh dari tanaman tanpa penanam berasal dari tunas-tunas aksilar yang seharusnya dorman jika tanaman diusahakan dengan penanam yang cukup (Sale, 1969). Namun, dalam penelitian ini tanaman kakao diusahakan dengan tanaman penanam

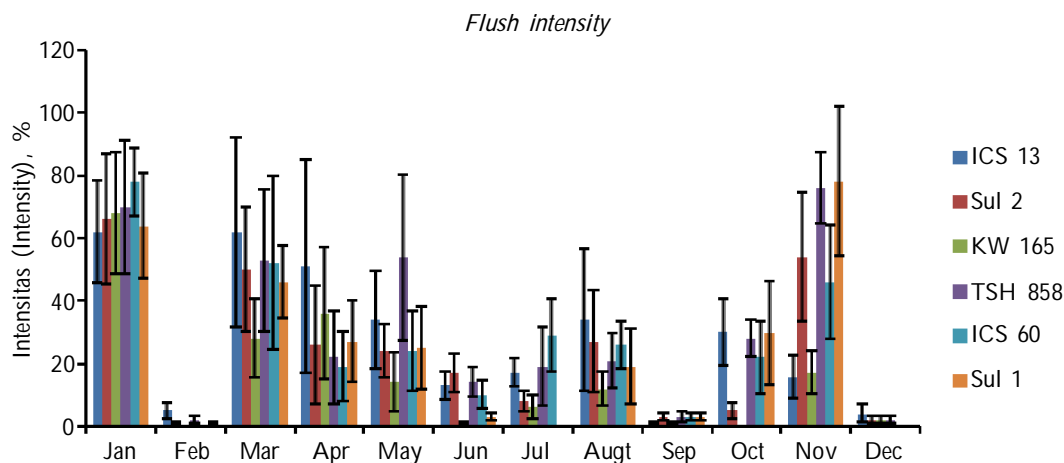
lamtoro, fungsi pencahayaan cukup, sehingga pertunasan kakao cukup terkendali yakni pertunasan intensif hanya terjadi empat kali setahun. Setelah bertunasan intensif akan diikuti periode dorman total, hal itu tampak terjadi pada bulan Desember dan Februari (Gambar 2).

Pengaruh klon terhadap frekuensi bertunasan tidak nyata tetapi terhadap intensitasnya cukup jelas. Pengamatan selama dua tahun berturut-turut menunjukkan bahwa aksesori KW 165 cenderung menunjukkan intensitas paling rendah sebaliknya TSH 858 cenderung paling tinggi (Gambar 2). Kecenderungan tersebut secara fisiologis kemungkinan disebabkan oleh perbedaan laju sintesis hormon pemicu dan penghambat pertunasan, namun untuk membuktikannya masih diperlukan kajian lebih lanjut.

Pertumbuhan tunas-tunas baru penting bagi perkembangan generatif tanaman karena tunas baru setelah dewasa akan menjadi produsen asimilat yang kuat. Tanaman kakao yang dalam jangka panjang pertunasannya terhambat, dapat disebabkan karena musim hujan berkepanjangan atau pencahayaan yang gelap, dapat berakibat pada penghambatan perkembangan bunga dan hasil buah. Tunas

muda yang masih berwarna kemerahan, belum mampu melakukan fotosintesis. Klorofil baru terbentuk setelah daun mencapai ukuran dewasa dan mulai berwarna hijau, yakni setelah berumur 3–4 minggu. Efisiensi fotosintesis maksimum daun kakao terjadi pada daun hasil pertunasan terakhir yang telah mencapai ukuran penuh dan menua (*hardened*), dan dapat bertahan selama 2–3 bulan. Laju fotosintesis hasil pertunasan ke-4 dari ujung sekitar 61% terhadap deretan daun pertunasan terakhir yang telah dewasa tersebut (Hutcheon, 1977). Menurunnya laju fotosintesis terkait umur daun paralel dengan meningkatnya *stomatal resistance* (RS). Daun yang menua dan mengarah ke *senescence* mengalami degradasi klorofil dan peningkatan harkat RS. Pada sejumlah spesies, laju fotosintesis juga dipengaruhi oleh laju transfer fotosintat dari daun ke organ yg memerlukan.

Konsentrasi klorofil dan karotenoid daun kakao meningkat dari fase tunas muda (*flush*) ke fase daun dewasa hijau, rerata peningkatan sekitar 14,36% (Tabel 1). Terjadi keragaman antarklon, hal ini disebabkan karena intensitas warna merah



Gambar 2. Dinamika intensitas pertunasan dan pengaruh klon selama setahun; Histogram  $\pm$  simpangan baku

Figure 2. Pattern of flush intensity and effect of clone during a year; Histogram  $\pm$  standard deviation

Tabel 1. Kandungan klorofil dan karotenoid dalam daun beberapa klon kakao, mg/g berat basah

Table 1. Leaf chlorophyll and carotenoid content of some cocoa clones, mg/g fresh wt

Klon ( <i>Clones</i> )	Karotenoid dan klorofil daun <i>Leaf carotenoid and chlorophyll</i>		Peningkatan ( <i>Increment</i> ), %
	Tunas ( <i>Flush</i> )	Dewasa ( <i>Mature</i> )	
Sulawesi 1	30.27 ± 6.91	39.20 ± 9.25	29.50
Sulawesi 2	36.97 ± 8.34	47.60 ± 11.65	28.75
KKM 22	48.60 ± 12.36	53.30 ± 13.26	9.67
KW 165	46.33 ± 11.75	50.23 ± 12.48	8.42
TSH 858	45.80 ± 13.28	48.97 ± 11.63	6.92
ICS 60	37.00 ± 9.37	39.35 ± 8.28	6.35
ICS 13	71.00 ± 22.45	78.73 ± 28.42	10.89
Rerata ( <i>Average</i> )	45.14 ± 12.37	51.05 ± 12.86	14.36

daun muda yang juga beragam sehingga diduga kandungan karotenoid juga beragam. Keragaman yang terjadi juga diduga disebabkan oleh tingkat asupan hara nitrogen yang berbeda karena klon-klon yang diamati tidak ditanam dalam satu hamparan. Dinamika kandungan pigmen kakao tersebut tentunya berpengaruh terhadap efisiensi fotosintesis seperti yang terjadi pada tanaman Leci (*Litchi chinensis*) (Olesena *et al.*, 2013). Dilaporkan bahwa konsentrasi klorofil daun Leci meningkat dari  $0,7 \pm 0,2$  mg/g pada daun muda kemerahan menjadi  $10,3 \pm 0,7$  mg/g pada daun dewasa kehijauan dan perubahan tersebut diikuti dengan peningkatan *stomatal conductance*. Pertumbuhan buah sangat tergantung pada laju asimilasi CO<sub>2</sub> sederetan daun yang baru saja berkembang dewasa di belakang malai bunga leci (Hieke *et al.*, 2002).

### Dinamika Layu Pentil

Pada kakao, intensitas bertunas penting untuk dicermati karena berkaitan erat dengan tingkat layu pentil (CW, *cherelle wilt*). Intensitas bertunas lebih dari 50% dinyatakan Tjasadihardja (1987) dapat memicu CW karena penyebab utama dari CW adalah persaingan nutrisi antara pentil dengan tunas baru dan buah yang berukuran lebih besar

(Astuti *et al.*, 2012). Tunas kakao membawa 3–6 helai daun, berwarna kemerahan, belum memiliki klorofil, dan kandungan auksin serta giberelin tinggi sehingga menjadikannya sebagai organ dengan *sink strength* yang kuat (Astuti *et al.*, 2012). Dalam penelitian ini dibuktikan lagi bahwa CW berkorelasi negatif dengan pertunasan dan berkorelasi positif erat dengan jumlah buah berukuran sedang dan besar (Tabel 2).

Dari Gambar 3 tampak bahwa CW berlangsung sepanjang tahun tetapi jumlah yang banyak terjadi pada bulan Mei dan Juni. Pengaruh klon sangat jelas, klon KW 165 paling tinggi disusul Sulawesi 2. Hasil serupa pernah dinyatakan Prawoto (2005) bahwa KW 165, DR 2, dan Sca 89 menunjukkan tingkat layu pentil konsisten tinggi, sebaliknya ICS 13 dan TSH 858 konsisten rendah. Sebagai penyebab yang lebih mendasar diduga karena keragaman laju sintesis hormon penguat *sink strength* (auksin, GA, sitokinin) dan hormon pemicu *senescens* (ABA, asam absisat) seperti yang dibuktikan Astuti *et al.* (2012) dan Prawoto (2005).

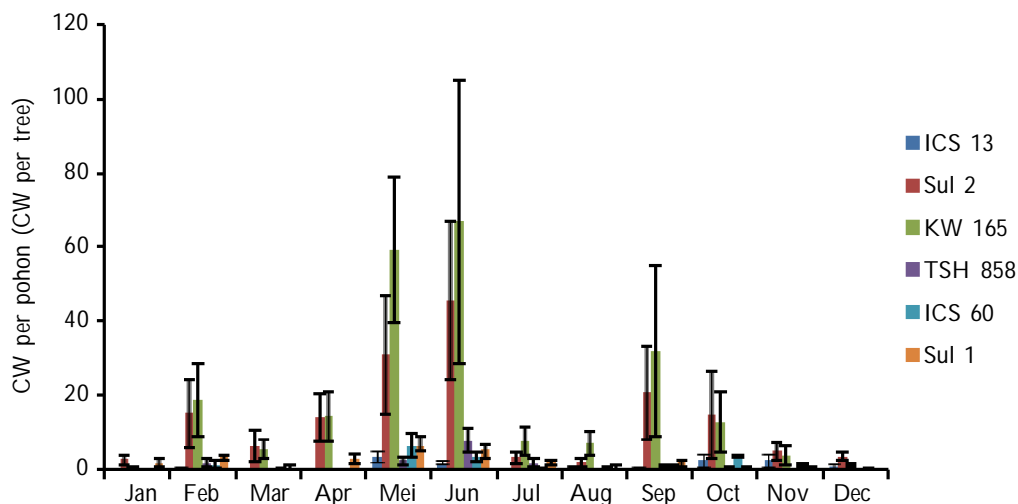
Berkaitan dengan layu pentil, Tabel 2 menunjukkan korelasi antar sejumlah variabel. CW berkorelasi positif dengan beban buah berukuran sedang, buah besar dan dengan intensitas bertunas dan ber-



Tabel 2. Korelasi dan regresi sejumlah variabel

Table 2. Regression and correlation between some variables

Variabel (Variables)	r	Regression	T hitung T calc.	T tabel T table	Catatan Notes
Curah hujan ( <i>Rainfall</i> ) vs CW	-0,51	$y = -0,023x + 12,132$	-2,04	2,179	ns
Curah hujan ( <i>Rainfall</i> ) vs intensitas bertunas ( <i>flush intensity</i> )	0,27	$y = 0,008x + 26,898$	0,25	2,179	ns
CW vs intensitas bertunas ( <i>flush intensity</i> )	0,37	$y = 0,177x + 29,73$	0,25	2,179	ns
CW vs jumlah buah besar ( <i>number of big pods</i> )	0,55	$y = 0,187x + 2,468$	2,26	2,179	*
CW vs jumlah buah sedang ( <i>number of medium pods</i> )	0,71	$y = 0,185x + 1,6522$	3,48	2,179	*
Intensitas bertunas ( <i>flush intensity</i> ) vs Jumlah buah besar ( <i>big pods</i> )	-0,02	$y = -0,003x + 4,03$	-0,08	2,179	ns
Intensitas bertunas ( <i>flush intensity</i> ) vs jumlah buah sedang ( <i>medium pods</i> )	-0,05	$y = -0,005x + 3,27$	-0,17	2,179	ns



Gambar 3. Dinamika layu pentil dan pengaruh klon kakao selama setahun

Figure 3. Dynamic of CW and effect of clone during a year

korelasi negatif dengan curah hujan. Koefisien korelasi antara CW dengan jumlah buah ukuran sedang dan besar berturut-turut adalah 0,71 dan 0,55 dan dengan intensitas bertunas adalah 0,37. Sementara itu curah hujan berkorelasi positif dengan intensitas bertunas. Hasil ini konsisten dengan hasil sejumlah penelitian sebelumnya bahwa layu pentil kakao disebabkan oleh kompetisi nutrisi antara pentil dengan tunas dan buah-buah yang berukuran lebih besar.

Fenomena CW kakao sudah banyak diteliti, baik mengenai penyebab dan upaya pengendaliannya. Dalam penelitian ini tingkat CW terjadi secara alamiah, tidak dilakukan upaya untuk mengatasinya. Tanaman penanang lamtoro yang digunakan berfungsi cukup optimum, pemangkasan kakao sesuai SOP, demikian pula dengan pengendalian hama dan penyakit dilakukan cukup intensif secara kimiawi. Dari aspek lingkungan dilaporkan bahwa untuk menekan kehilangan hasil akibat

dari CW diperlukan optimasi manajemen tanaman pelindung dengan pola agroforestri (Bos *et al.*, 2007). Pada tanaman apel dilaporkan bahwa tanaman yang dinaungi 92% menggunakan bahan polipropilen menyebabkan gugur buah dalam kurun tiga dan tujuh hari lebih banyak dibandingkan kontrol yang tidak dinaungi (Byers *et al.*, 2000). Dalam penelitian ini keragaman tingkat penaungan tanaman kakao tidak terjadi.

Di samping dipengaruhi oleh macam varietas atau klon, rontoknya buah muda pada mangga (*Mangifera indica*) dilaporkan dipengaruhi oleh varietas batang bawah yang dipakai. Indeks buah rontok varietas Parvin paling sedikit jika disambungkan pada batang bawah Malda, Julie, dan Cuban sebaliknya kerontokan pentil yang banyak jika digunakan batang bawah Colombo Kidney (Predner & Cedeno-Maldonado, 2000). Pada tanaman kakao hal itu belum pernah diamati, dan dalam penelitian ini klonalisasi kakao dilakukan dengan cara sambung samping pada jenis batang bawah yang sama, yaitu hibrida ICS 60 x Sca 6.

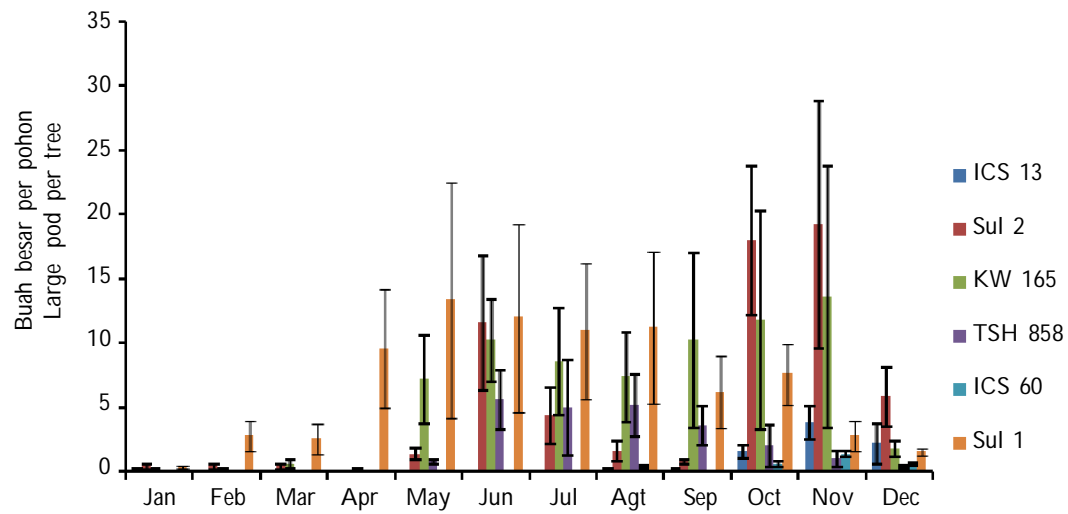
### Dinamika Pembuahan dan Pengaruh Klon

Pembuahan kakao berkorelasi dengan distribusi curah hujan. Di daerah dengan musim kemarau yang tegas (Juni-September), puncak panen terjadi pada bulan Juni-Juli dan Oktober-November (Gambar 4). Periode kosong buah terjadi pada bulan Januari sampai April. Pengaruh klon sangat jelas, dari 6 klon yang diamati, Sulawesi 1, Sulawesi 2 dan KW 165 menunjukkan kecenderungan pembuahan lebih tinggi sebaliknya ICS 60 paling rendah. Klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 sudah dilepas pada tahun 2008 dan menunjukkan potensi produksi 2,5 sampai 2,75 ton/ha (Mentan, 2008a; 2008b). Aksesori KW 165 memang belum dilepas, kelemahan aksesori ini adalah tingkat

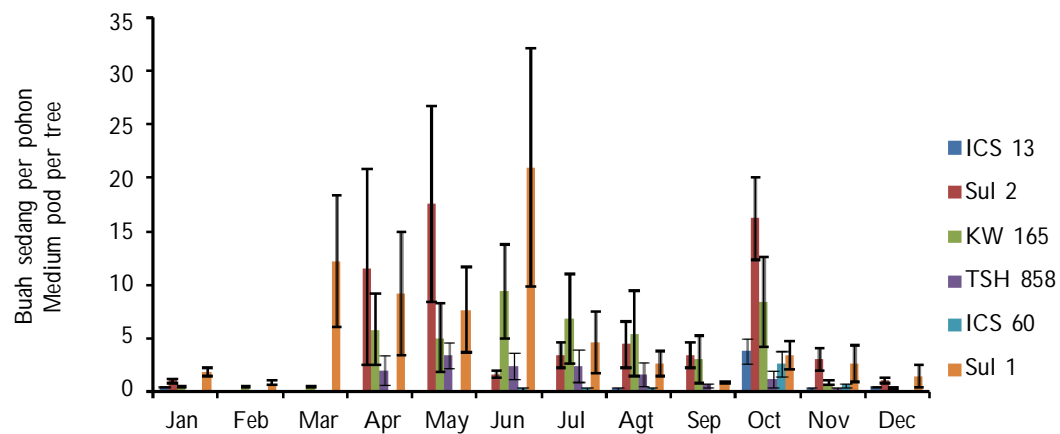
CW tinggi dan rentan penyakit pembuluh kayu (VSD, *Oncobasidium theobromae*). Adanya pengaruh jenis bahan tanam tersebut dilaporkan sangat jelas dari penelitian di Nigeria, dan terjadi pada bulan Januari dan Mei (Aikpokpodion & Adeogun (2011).

Keragaman hasil kakao di samping dipengaruhi oleh jenis bahan tanam yang digunakan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan manajemen tanaman. Tingkat penaungan juga menentukan hasil kakao, penaungan lebih dari 60% dilaporkan menyebabkan penurunan produksi yang nyata dibandingkan kondisi tanpa tanaman penaung (Zuidema & Leffelaar, 2002). Dalam penelitian ini tanaman penaung lamtoro yang digunakan meneruskan cahaya 70–80% sehingga cukup ideal untuk tanaman kakao dewasa yang diusahakan di kawasan dengan tipe curah hujan D menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson. Di dalam era berkebun yang ramah lingkungan, keberadaan tanaman penaung sangat penting karena menjamin konservasi biodiversitas agroekosistem (Siebert, 2002). Hasil penelitian ini juga sesuai dengan pernyataan Alvim (1966) bahwa intensitas pembungaan kakao dipengaruhi kuat oleh curah hujan dan suhu udara, iklim yang hangat dan curah hujan memacu pertunasan dan inisiasi bunga kakao, respons antarklon kakao terlihat jelas.

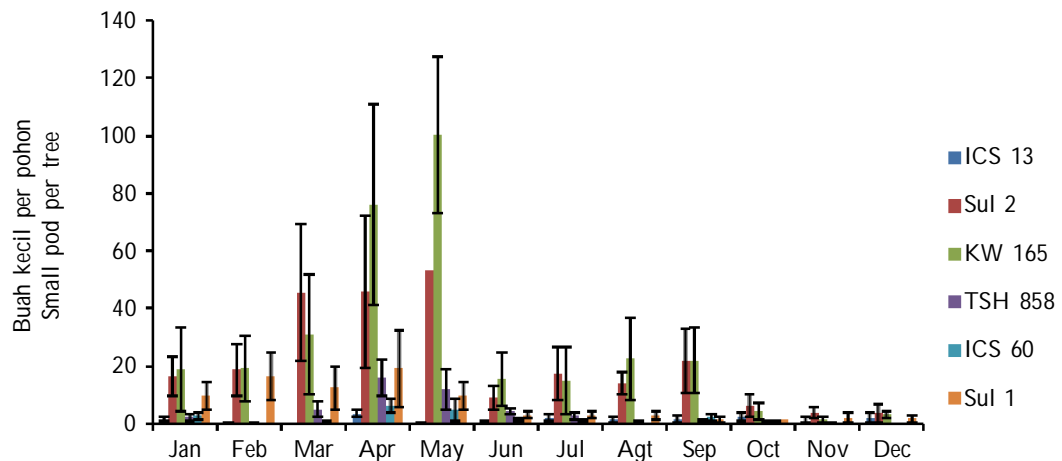
Bentuk buah kakao yang berkembang pada semester I (musim hujan) dan semester II (musim kemarau) tidak berbeda mengingat bentuk buah dikendalikan secara genetis dan perbedaan temperatur serta kelembaban udara di kedua semester tersebut, tidak besar. Perbedaan ukuran buah kemungkinan besar dapat terpengaruh karena perbedaan tingkat ketersediaan lengas dan beban buah. Pada tanaman persik (*Prunus persica*) bentuk buah dipengaruhi oleh musim, suhu udara yang lebih hangat menyebabkan ujung buah lebih meruncing (Wert *et al.*, 2007).



Gambar 4. Dinamika jumlah buah besar dan pengaruh klon kakao selama setahun  
Figure 4. Dynamic number of mature pod and effect of clone during a year



Gambar 5. Dinamika jumlah buah berukuran sedang dan pengaruh klon kakao selama setahun  
Figure 5. Dynamic number of medium pods and effect of clone during a year



Gambar 6. Dinamika jumlah buah berukuran kecil dan pengaruh klon kakao selama setahun  
 Figure 6. Dynamic number of small pods and effect of clone during a year

## Hasil Taksasi

Hasil pengamatan pembuahan selama satu tahun menunjukkan bahwa jumlah buah yang dapat berkembang sampai masak dan dipanen menunjukkan keragaman yang besar antarklon dan antarmusim (Tabel 3). Dalam penelitian ini kegagalan buah kecil untuk berkembang hingga masak kemungkinan besar disebabkan oleh CW mengingat manajemen hama, penyakit, pangkasan dan pemupukan kakao telah dilakukan menurut baku teknis. Sementara itu kegagalan sebagian buah berukuran sedang dan besar untuk dapat berkembang sampai dipanen, kemungkinan disebabkan oleh serangan jamur *Phytophthora palmivora* yang dalam prakteknya cukup sukar dikendalikan. Hal itu dapat dilihat dari data Tabel 3 bahwa buah yang berkembang selama semester I (musim hujan), persentase yang dapat berkembang sampai dapat dipanen lebih rendah dibandingkan yang berkembang selama semester II (musim kemarau). Perbedaan antarklon terkait erat dengan keragaman tingkat CW, tampak jelas bahwa aksesori KW 165 yang menunjukkan tingkat

CW tinggi juga menunjukkan persentase buah kecil yang mampu berkembang sampai dapat dipanen juga paling sedikit, rerata hanya 8%. Klon kakao mulia DR 2 juga menunjukkan kecenderungan yang sama dengan KW 165. Sedikit perbedaan hasil terjadi pada klon Sulawesi 1 yang dari data tingkat CW menunjukkan harkat lebih tinggi daripada Sulawesi 2, tetapi dalam penelitian ini tingkat CW pada Sulawesi 1 lebih rendah daripada Sulawesi 2. Rerata tingkat CW semester II lebih tinggi daripada semester I kemungkinan disebabkan karena beban buah semester II lebih tinggi daripada semester I. Seperti tampak dari Tabel 1 bahwa tingkat CW berkorelasi positif dengan jumlah buah berukuran sedang dan besar. Proporsi hasil buah di kebun dengan musim kemarau yang berlangsung pada bulan April sampai Oktober dan musim hujan yang berlangsung pada bulan Desember sampai April, menunjukkan produksi semester I : semester II = 40 : 60%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa peluang buah kakao berukuran kecil, sedang dan besar untuk mampu berkembang sampai dapat dipanen berturut-turut berkisar pada 8–56%, 57–83%, dan 77–96%

Tabel 3. Persentase buah enam klon yang dapat berkembang sampai masak selama setahun

Table 3. Percentage of harvested pods of six clones during a year

Klon, Clone	Semester I			Semester II			Rerata klon (Average of clone)		
	Kecil Small	Sedang Medium	Besar Large	Kecil Small	Sedang Medium	Besar Large	Kecil Small	Sedang Medium	Besar Large
Sul 2	40.91 c	41.67 a	93.47 bc	20.83 b	73.13 b	84.88 a	30.87 bc	57.40 a	95.68 c
Sul 1	22.22 b	40.82 a	80.00 ab	19.05 b	89.91 c	94.03 b	20.63 b	65.36 ab	87.01 bc
KW 165	10.81 a	57.14 b	71.43 a	5.52 a	72.34 b	83.50 a	8.16 a	64.74 ab	77.46 a
KKM 22	58.06 d	72.73 bc	88.89 b	53.23 c	80.23 bc	90.32 ab	55.65 d	76.48 ab	89.61 bc
ICS 13	38.75 c	100 d	100 c	31.90 bc	63.93 a	91.19 ab	35.32 bc	81.97 b	95.60 c
DR 2	9.38 a	88.00 cd	94.00 bc	8.89 a	78.70 bc	93.00 b	9.13 a	83.35 b	93.50 bc
Rerata Average	30.02	66.73	85.13	23.24	76.37	89.49	26.63	71.55	87.31

Catatan (Notes): Data pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan 5% jika diikuti huruf yang sama (Data in the same column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan 5%).

tergantung pada klon. Secara rerata peluang tersebut adalah 27% untuk buah kecil, 72% buah sedang dan 87% buah besar.

## KESIMPULAN

Pada kondisi agroekologi kebun dengan tipe curah hujan D (klasifikasi Schmidt & Ferguson) dengan bulan kering berlangsung pada periode Mei-Oktober dan bulan basah pada periode November-April disimpulkan:

- Pertunasan kakao yang intensif terjadi pada bulan Januari, Maret, September dan November. Korelasi antara curah hujan dengan pertunasan adalah positif lemah ( $r=0,27$ ).
- Pengaruh klon terhadap frekuensi bertunas tidak nyata tetapi terhadap intensitasnya cukup jelas. KW 165 cenderung menunjukkan intensitas bertunas paling rendah sebaliknya TSH 858 cenderung paling tinggi.
- Layu pentil kakao banyak terjadi pada bulan Mei dan Juni, klon KW 165 paling tinggi disusul Sulawesi 2. Tingkat CW selama semester I lebih rendah daripada semester II.
- Tingkat CW berkorelasi positif dengan jumlah buah berukuran sedang ( $r=0,71$ ),

berukuran besar ( $r=0,55$ ) dan dengan intensitas bertunas ( $r=0,37$ ), sebaliknya berkorelasi negatif dengan curah hujan ( $r=-0,51$ ).

- Pembuahan banyak berlangsung mulai bulan Mei sampai November dan Sulawesi 1, Sulawesi 2, dan KW 165 cenderung lebih produktif dibandingkan ICS 60.
- Peluang buah untuk dapat berkembang sampai masak tergantung pada klon. Peluang tersebut adalah 27% untuk buah berukuran kecil, 72% buah sedang dan 87% buah besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Wagiyo atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian. Ucapan yang sama ditujukan kepada pengurus KP Kaliwining atas bantuannya merawat petak penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abeywardena, V. (1968). Forecasting coconut crops using rainfall data (A preliminary study). *Ceylon Coconut Quarterly*, 19, 161–176.
- Aikpokpodion, P.O. & S.O. Adeogun (2011). A diagnostic study of constraints to

- achieving yield potentials of cocoa (*Theobroma cacao* L.) varieties and farm productivity in Nigeria. *Journal of Agricultural Science*, 3, 68–76.
- Alvim, P. de T. (1966). Factors affecting flowering of the cocoa tree. *Cocoa Growers' Bulletin*, 7, 15–19.
- Alvim, P. de T. (1977). Cacao. p. 291–296. *In*: P. de T. Alvim & T.T. Kozlowski (Eds.). *Ecophysiology of Tropical Crops*. Acad. Press, New York.
- Alvim, P. de T. (1984). Factors affecting the flowering of cocoa tree. *Cocoa Growers Bulletin*, 35, 23–31
- Aneani F.1 & Ofori-Frimpong K. (2013). An analysis of yield gap and some factors of cocoa (*Theobroma cacao*) yields in Ghana. *Sustainable Agriculture Research*, 2, 117–124.
- Asomaning, E.J.A.; R.S. Kwakwa & W.V. Hutcheon (1971). Physiological studies on Amazon shade and fertilizer trial at the Cocoa Research Institute. *Ghana Journal of Agricultural Science*, 4, 47–64.
- Astuti, Y.T.M.; A.A. Prawoto & K. Dewi (2011). Pengaruh keberadaan tunas, naphthalene acetic acid dan gibberelic acid terhadap perkembangan buah muda kakao. *Pelita Perkebunan*, 27, 11–23.
- Bos, M.M.; I. Steffan-Dewenter & T. Tschamtk (2007). Shade tree management affects fruit abortion, insect pests and pathogens of cacao. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120, 201–205.
- Byers, R.E.; D.H. Carbaugh & L.D. Combs (2000). Preharvest fruit drop studies, harvest quality, and cold storage of 'Golden Delicious' and 'Rome' apples. *Hortscience*, 35, 409–413.
- Dalal, R.P.S.; B.S. Beniwal & S.K. Sehrawat (2013). Seasonal variation in growth, leaf physiology and fruit development in Kinnow, a Mandarin hybrid. *Journal of Plant Studies*, 2, 72–78.
- Davenport, T.L. (2007). Reproductive physiology of mango. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19, 363–376.
- Efron, Y.; P. Epaina & S. Taisa (2003). Analysis of the factors affecting yield and yield variability in the SG 2 cocoa hybrid variety in Papua New Guinea. *Proc. Internat. Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems*. Rabaul, pp. 50–61.
- Hieke, S.; C.M. Mensel & P. Ludders (2002). Effects of leaf, shoot and fruit development on photosynthesis of lychee trees (*Litchi chinensis*). *Tree Physiology*, 22, 955–961.
- Hutcheon, W.V. (1977). Growth and photosynthesis of cocoa in relation to environmental and internal factors. *Proceeding, V International Cocoa Research Conference*, Ibadan, Nigeria, 222–232.
- Menteri Pertanian RI (2008a). Keputusan Menteri Pertanian No.1694/Kpts./SR.120/12/2008 tentang Pelepasan Kakao Klon Sulawesi 1 Sebagai Varietas Unggul. Jakarta.
- Menteri Pertanian RI (2008b). Keputusan Menteri Pertanian No.1695/Kpts./SR.120/12/2008 tentang Pelepasan Kakao Klon Sulawesi 2 Sebagai Varietas Unggul. Jakarta.
- Mohr, H. & P. Schopfer (1994). *Plant Physiology*. Springer Publishers, New York.
- Olesena, T.; M. Christopher; M. Menzelc, A. Cameron; McConchied & N. Wiltshire (2013). Pruning to control tree size, flowering and production of litchi. *Scientia Horticulturae*, 156, 93–98.
- Olesen, T. (2005). The timing of flush development, affects the flowering of avocado (*Persea americana*) and macadamia (*Macadamia integrifolia* x *tetraphylla*). *Australian Journal of Agricultural Research*, 56, 723–729.
- Olesen, T.; C.M. Menzel; N. Wiltshire & C.A. McConchie (2002). Flowering and shoot elongation of lychee in eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53, 977–983.
- Orchard, J.E.; H.A. Collin & K. Hardwick (1980). Biochemical and physiological

- aspects of leaf development in cocoa (*Theobroma cacao*). IV. Changes in growth inhibitors. *Plant Science Letters*, 18, 299–305
- Prawoto, A.A. (2000). *Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh dan Beberapa Unsur Hara Mikro Terhadap Pembungaan, CW dan Hasil Buah Kakao*. Laporan Penelitian Tahun 2000, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.
- Prawoto, A.A. (2005). Morphological, anatomical and biochemical study of cherelle wilt and its of the control development effort. *Pelita Perkebunan*, 16, 11–29.
- Predner, D. & A. Cedeno-Maldonado (2000). Effect of scion-rootstock combinations on premature fruit drop in mango. *Hortscience*, 35, 561–567.
- PTPN XII (Persero) (2012). *Vademikum Kakao Lindak*. PTPN XII (Persero), Surabaya.
- Ramírez, F. & T.L. Davenport (2010). Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulture*. 126, 65–72.
- Sale, P.J.M. (1969). Flowering of cacao under controlled temperature condition. *Horticulture Science*, 45, 99–118.
- Siebert, S.F. (2002). From shade- to sun-grown perennial crops in Sulawesi, Indonesia: implications for biodiversity conservation and soil fertility. *Biodiversity and Conservation*, 11, 1889–1902.
- Stern, R.A.; J. Kigel; E. Tomer & S. Gazit (1995). 'Mauritius' lychee fruit development and reduced abscission after treatment with the auxin 2,4,5-TP. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120, 65–70.
- Taiz, L. & E. Zeiger (2006). *Plant Physiology*. 4<sup>th</sup> edition online. Sinauer Ass, Inc.
- Thorold, C.A. (1975). *Disease of Cocoa*. Clarendon Press, Oxford.
- Tjasadihardja, A. (1987). *Hubungan antara Pertumbuhan Pucuk, Perkembangan Buah serta Tingkat Kandungan Asam Indol Asetat di dalam Biji dan Layu Pentil Kakao (Theobroma cacao L.)*. Disertasi. Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor.
- Wert, T.W.; J.G. Williamson; J.X. Chaparro & E.P. Miller (2009). The influence of climate on fruit development and quality of four low-chill peach cultivars. *HortScience*, 44, 666–670.
- Wilkie, J.D.; M. Sedgley & T. Olesen (2010). The timing of pruning affects flushing, flowering and yield of macadamia. *Crop & Pasture Science*, 61, 588–600.
- Wilkie, J.D.; M. Sedgley; D. Robertson & T. Olesen (2008). The timing of pruning affects flush development and flowering in 'Honey Gold' mango. *Acta Horticultura*, 787, 241–243.
- Wilkie, J.D.; M. Sedgley & T. Olesen (2008). Regulation of floral initiation in horticultural trees. *Journal of Experimental Botany*, 59, 3215–3228.
- Zuidema, P.A. & P.A. Leffelaar (2002). *A Physiological Production Model for Cacao*. Wageningen University, PO Box 430 6700 AK Wageningen The Netherlands.

\*\*0\*\*